

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ ВЫЛЕЖИВАНИИ СПЛАВА 1450 ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ОТЖИГА

Распосиенко Д.Ю.^{1,2}, Кайгородова Л.И.², Пушин В.Г.^{1,2}

Руководитель – д.ф.-м.н. Пушин В.Г.

¹ Уральский федеральный университет им. Первого Президента РФ

Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, jjinn@pm.convex.ru

² Институт физики металлов УрО РАН, Россия, Екатеринбург

Выдержка при комнатной температуре (вылеживание) является неизбежным этапом в технологической цепи термомеханической обработки металлических материалов. Представляет интерес исследование влияния длительного вылеживания на размерную и фазовую стабильность нанокристаллической (НК) структуры, образовавшейся в промышленном сплаве 1450 системы Al-Li-Cu-Zr с комплексной добавкой (Sc + Mg) в процессе интенсивной пластической деформации (ИПД), а также при последующем низкотемпературном отжиге.

Рентгеноструктурное исследование выявило, что вылеживание сплава после ИПД в течение 18 месяцев приводит к релаксации накопленных при деформации напряжений. Электронно-микроскопическое изучение установило, что это связано с трансформацией нанофрагментированной структуры в нанокристаллическую при рекристаллизации, что подтверждает образование равноосных нанозерен с хорошо сформировавшимися границами. Дисперсность и однородность образовавшейся рекристаллизованной нанокристаллической структуры зависят от режима ИПД. Так, в случае давления 4 ГПа при угле поворота $\varphi = 0,5 \pi$ рад диаметр зерен колеблется в интервале 50...150 нм. Возрастание угла φ до π рад приводит к сужению этого интервала до 50...100 нм. При $\varphi = 2 \pi$ рад средний диаметр зерен составляет 50...80 нм, а при $\varphi = 10 \pi$ рад – 50...70 нм. Повышение давления до 8 ГПа и угла φ до 20π рад увеличивает разнотернистость: диаметр зерен колеблется от 40 до 110 нм.

Образование рекристаллизованной структуры сопровождается исчезновением возникших при ИПД дипольных границ. Кроме того, вылеживание сплава после ИПД приводит к уменьшению концентрации неравновесных вакансий, о чем свидетельствует резкое возрастание количества дислокационных петель.

При вылеживании сплава, подвергнутого ИПД, реализуется естественное старение, в процессе которого выделяются стабильные фазы T_2 (Al₆CuLi₃) и S_1 (Al₂LiMg) (вместо метастабильных фаз δ' (Al₃Li) и θ' (Al₂Cu)), образующихся в сплаве с обычной микроструктурной

структурой). Возрастание длительности вылеживания приводит к переходу от их гетерогенного зарождения к гомогенному.

Нанокристаллическая рекристаллизованная структура, сформировавшаяся в деформированном сплаве при низкотемпературном отжиге, в процессе длительного вылеживания сохраняет свою стабильность: диаметр НК – зерен и фазовый состав сплава остаются практически постоянными.